PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

G01M 1/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 00/14503

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

16. März 2000 (16.03.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP99/06372

(22) Internationales Anmeldedatum: 30. August 1999 (30.08.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 39 976.6

2. September 1998 (02.09.98) DE

198 44 975.5 30. September 1998 (30.09.98) D

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SNAP-ON TECHNOLOGIES, INC. [US/US]; 420 Barclay Boulevard, Lincolnshire, IL 60069 (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOEBEL, Eickhart [DE/DE]; Elbestrasse 11, D-64319 Pfungstadt (DE).

(74) Anwalt: NÖTH, Heinz; Arnulfstrasse 25, D-80335 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE FORCES GENERATED BY A ROTOR IMBALANCE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR MESSUNG VON KRÄFTEN, WELCHE DURCH EINE UNWUCHT EINES ROTORS ERZEUGT WERDEN

(57) Abstract

The invention relates to a device for measuring the forces which are generated by the imbalance of a rotor (1), especially of an automobile wheel. The device comprises a measuring shaft (2) which is mounted in such a way that it can rotate about its axis (23) and to which the rotor (1) is fixed in order to carry out the measurement, and a mounting arrangement (3) for mounting the measuring shaft (2) on a stationary frame (6). The mounting (3) has dynamometers (4, 5) and an intermediate frame (7) on which the measuring shaft (2) is supported by a first dynamometer (4) and at least one virtual bearing (24). The intermediate frame (7) is supported on the stationary frame (6) by another dynamometer (5). This results in reduced forced dynamics compared to conventional machines with a floating mounting.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors (1), insbesondere Kraftfahrzeugrades, erzeugt werden, mit einer drehbar um ihre Achse (23) gelagerten Meßwelle (2), an welcher der Rotor (1) für die Messung befestigt wird, und einer Kraftmeßgeber (4, 5) aufweisenden Lagerung (3) der Meßwelle (2) an einem ortsfesten Rahmen (6), wobei die

28-27

28-27

27

27

2827

27

2827

2827

2827

2827

2827

29

29

29

29

29

20

21

21

22

23

24

23

Lagerung (3) einen Zwischenrahmen (7) aufweist, an welchem die Meßwelle (2) über einen ersten Kraftmeßgeber (4) und wenigstens eine virtuelle Lagerstelle (24) abgestützt ist und der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) über einen weiteren Kraftmeßgeber (5) abgestützt ist. Hierdurch wird eine gegenüber herkömmlichen Maschinen mit fliegender Lagerung reduzierte Kräftedynamik erreicht.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA ·	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien '	MD	Republik Moldau	TG	Togo
ВВ	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugosławische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia .	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neusceland	zw	Zimbabwe
СМ	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation	•	
DE	Deutschland	Li	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		-
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 00/14503 PCT/EP99/06372

[Bezeichnung der Erfindung] Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden

[Stand der Technik]

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff
5 des Patentanspruches 1, wie aus DE 33 32 978 A1 bekannt.

Bei einer derartigen Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden, ist es bekannt, die Meßwelle in zwei im axialen Abstand voneinander angeordneten Lagereinheiten, welche über Kraftmeßgeber gegenüber einem hohlen Lagergehäuse abgestütz sind, drehbar zu lagern. Diese Meßwellenlagerung wird von einem ortsfesten Rahmen getragen.

- Dekannt, einen sich axial zur Meßwelle erstreckenden Stützträger schwingungsfähig gegenüber einem orstfesten Rahmen zu
 lagern und im axialen Abstand voneinander angeordnete Meßgeber zwischen dem Stützträger und dem ortsfesten Rahmen anzuordnen. Aus der DE 33 30 880 Al ist es bekannt, eine die
 Meßwellendrehlagerung aufnehmende Abstützung über im axialen
 Abstand voneinander angeordnete Kraftmeßwandler an einem
 ortsfesten Rahmen abzustützen.
- 25 Bei einer aus der EP 0 133 229 Al bekannten Vorrichtung; die zum Auswuchten von Kraftfahrzeugrädern dient, wird die Meßwelle in einer Kraftmeßgeber aufweisenden Lagerung an einem ortsfesten Rahmen abgestützt. Zur Erzielung eines dynamischen Unwuchtausgleichs sind zwei Lagerebenen, in denen auch die Kraftmeßgeber angeordnet sind, für die Lagerung der Meßwelle vorgesehen.

Aus der EP 0 058 860 Bl ist eine Auswuchtmaschine für Rotationskörper bekannt, bei welcher die Meßwelle auf einem senkrecht am Maschinenbett angeordneten elastisch nachgiebigem

5 Flachteil drehbar gelagert ist. Hierzu ist das Drehlager der Meßwelle an der oberen Kante des Flachteils vorgesehen.

Positionsauslenkungen des Flachteils werden über einen im rechten Winkel zum Flachteil verlaufenden Arm von Meßgebern erfaßt, deren Krafteinleitungsrichtungen senkrecht zueinander verlaufen. Der eine Meßgeber nimmt dabei den statischen Anteil auf, während der andere Meßgeber die aus der dynamischen Unwucht resultierenden Kräfte, welche eine Verdrehung des senkrechten elastisch nachgiebigen Flachteils um etwa eine Mittellinie bewirken, erfaßt.

15

Ferner ist aus der DE-AS 16 98 164 ein schwingungsmessendes (überkritisches) Meßsystem bekannt mit einer Lagerung für den Rotor auf schräg zueinander gestellten Blattfedern, deren Verlängerungen einen virtuellen Schnittpunkt in einer der Ausgleichsebenen des auszuwuchtenden Rotors bilden. Die beiden schräg zueinander gestellten Blattfedern sind über eine Zwischenplatte auf parallel zueinander angeordneten senkrecht stehenden Blattfedern gegen eine Grundplatte abgestützt. Mittels Schwingungsumformern werden die aus einer Rotorunwucht resultierenden Schwingungen der Blattfedern erfaßt und in entsprechende Meßsignale umgesetzt.

Aus der DE-AS 10 27 427 und der DE-AS 10 44 531 ist es bekannt, bei Federstäben oder Plattfedern, welche schwingungs-30 fähige Lagerungen in Auswuchtmaschinen bilden, durch Verdünnungsstellen Gelenke zu bilden.

20

25

Die bei den bekannten Vorrichtungen in den Lagerebenen an den Meßorten vorgesehenen Kraftmeßgeber liefern Meßgebersignale, die proportional den Fliehkräften sind, die aus der Rotorunwucht resultieren und in den Lagerebenen bzw. an den Meßorten 5 die von den Meßgebern gemessenen Reaktionskräfte hervorrufen. Bei den herkömmlichen Standardmeßsystemen für Radauswuchtmaschinen ist für die Meßwelle und den darauf aufgespannten Rotor eine fliegende Lagerung üblich. Die Umrechnung auf die beiden Ausgleichsebenen am Rotor für den dynamischen Unwuchtausgleich erfolgt aufgrund der Kraft-Hebel-Gesetze der Statik. Die von den Kraftmeßgebern in den beiden Lagerebenen gemessenen Kräfte sind daher abhängig vom jeweiligen Abstand, den der Rotor zu den beiden Kraftmeßgebern hat. Da diese Abstände unterschiedlich groß sind, ergibt sich bei der Änderung der Empfindlichkeit eines der beiden Meßwandler aufgrund unterschiedlicher Einwirkungen, z.B. durch Temperatur, Alterung, Schlag, Überlastung, Transporterschütterung, Feuchtigkeitseinfluß und dergl., ein überproportionaler Fehler bei den für die jeweiligen Ausgleichsebenen errechneten Ausgleichsmassen.

[Aufgabe der Erfindung]

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher eine Empfindlichkeitsänderung eines Meßwandlers sich aufgrund der oben erläuterten Kräftedynamik nur geringfügig auf den in den Ausgleichsebenen vorzunehmenden Massenausgleich, beispielsweise durch anzubringende Ausgleichsgewichte, auswirkt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden 30 Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Hierzu ist der starr ausgebildete Zwischenrahmen, an welchem die Meßwelle in einer einen Kraftmeßgeber aufweisenden Lagerebene abgestützt ist, am ortsfesten Rahmen über einen weiteren Kraftmeßgeber abgestützt. Die beiden Kraftmeßgeber befinden sich somit in zwei Lagersystemen für eine kraftmessende Unwuchterfassung, wobei jeder Kraftmeßgeber einem der beiden Lagersysteme zugeordnet ist. Die beiden Lagersysteme befinden sich zwischen der Meßwelle und dem starren Rahmen, beispielsweise der Auswuchtmaschine, an welcher die Unwuchtmessung und der Unwuchtausgleich an einem Kraftfahrzeugrad vorgenommen wird. Die Kraftmeßgeber können dabei in verschiedenen, jedoch im Bereich des starren Zwischenrahmens liegenden Lagerebenen oder in einer gemeinsamen Lagerebene liegen.

- Durch die Ausbildung der beiden oben erwähnten Lagersysteme ist wenigstens eine weitere Abstützung der Meßwelle vorgesehen, welche die Eigenschaft einer virtuellen Lagerstelle in einer weiteren Lagerebene hat. Es können auch zwei derartige Lagerebenen mit derartigen virtuellen Lagerstellen vorgesehen sein. Die virtuellen Lagerstellen können sich zu beiden
 - Seiten des zu messenden Rotors befinden. Es ist jedoch auch möglich, nur eine eine virtuelle Lagerstelle aufweisende zusätzliche Lagerebene vorzusehen, welche sich bevorzugt zwischen den beiden Ausgleichsebenen des Rotors oder auch

zwischen der Ebene, in der die Kraftmeßgeber liegen, und dem Rotor befindet.

In bevorzugter Weise sind die beiden Kraftmeßgeber in einer gemeinsamen Lagerebene, welche senkrecht zur Achse der Meß-welle verläuft, angeordnet. Die in den Kraftmeßgebern als Reaktionskräfte eingeleiteten Kräfte sind parallel, insbesondere koaxial, zueinander ausgerichtet und befinden sich in der gemeinsamen Lagerebene. Die Kraftmeßgeber können jedoch im Bereich der axialen Ausdehnung des Zwischenrahmens in unterschiedlichen Lagerebenen liegen.

Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß die Meßwelle in einer ersten den Kraftmeßgeber aufweisenden La
15 gerebene und in einer zweiten die virtuelle Stützstelle
aufweisenden Lagerebene am Zwischenrahmen abgestützt ist und
daß der Zwischenrahmen in der einen Lagerebene über den
zweiten Kraftmeßgeber am ortsfesten Rahmen angestützt ist und
ferner mittels einer Parallelführung am ortsfesten Rahmen
20 angelenkt ist. Die die virtuelle Stützstelle aufweisende
Lagerebene kann sich zwischen dem Rotor, insbesondere Kraftfahrzeugrad, und der Lagerebene, welche die beiden Kraftmeßgeber aufweist, oder bevorzugt zwischen den beiden Ausgleichsebenen des Rotors, insbesondere Kraftfahrzeugrades befinden.

25

Der Zwischenrahmen kann über ein Stützhebelpaar und Gelenken an den jeweiligen Enden der Stützhebel am ortsfesten Rahmen abgestützt sein. Auch die Meßwelle kann über ein Stützhebelpaar und Gelenken an den Hebelenden am Zwischenrahmen abgestützt sein. Die Achsen der jeweiligen Gelenke verlaufen senkrecht zu der Ebene, in welcher die in die Kraftmeßgeber eingeleiteten Kräfte und die Achse der Meßwelle liegen. Das

Stützhebelpaar, welches den Zwischenrahmen am ortsfesten Rahmen abstützt, kann gleichzeitig die Parallelführung des Zwischenrahmens am ortsfesten Rahmen bewirken. Hierzu verlaufen die Stützhebel parallel zueinandern. Es ist jedoch auch 5 möglich, die Stützhebel im Winkel zueinander anzuordnen. wobei der Scheitel des Winkels bevorzugt in der Achse der Meßwelle oder in der Nähe dieser Meßwellenachse liegt. Die Gelenke der Stützhebel liegen dann in den Ecken eines Trapezes der Grundrißanordnung der Stützhebel. Durch diese Anordnung wird die an der äußeren Seite des Rotors liegende virtuelle Lagerstelle geschaffen. Die innerhalb des Rotors, insbesondere zwischen den Ausgleichsebenen, liegende virtuelle Lagerstelle der Meßwelle am Zwischenrahmen kann ebenfalls durch im Winkel zueinander angeordnete Stützhebel, deren 15 Gelenke in den Ecken eines Grundrißtrapezes der Stützhebelanordnung liegen, gebildet werden. In bevorzugter Weise sind die Stützhebel als biegesteife Flachteile, z.B. Blechteile, Gußteile, gewalzte Flachteile und dergleichen ausgebildet, welche zusammen mit den Gelenken gewährleisten, daß in die Meßgeber die gewünschte, beispielsweise im wesentlichen lineare und koaxial verlaufende Krafteinleitung erfolgt. Die Stützhebelanordnung, welche aus den Flachteilen gebildet ist, kann aus einem Stück hergestellt sein, wobei die Flachteile biegesteif ausgebildet sind und nur die dazwischenliegenden, 25 im wesentlichen linienförmig verlaufenden Gelenke biegeelastisch sind. Die Gelenke können durch Schwachstellen, beispielsweise Einschnürungen zwischen den einzelnen biegesteifen Flachteilen gebildet sein. Hierdurch werden biegeelastische Gelenkachsen zwischen den biegesteifen Flachteilen gebildet. Durch die entsprechende Anordnung, parallel oder im Winkel, werden dann, wie oben erläutert, die gewünschten virtuellen Lagerstellen, welche in den jeweiligen Lagerebenen

linienförmig sich erstreckende Lagerachsen bilden, geschaffen.

Die virtuellen Lagerstellen sind auch die im Rahmenrechner

5 der Auswuchtmaschine berücksichtigten Meßorte, welche virtuelle Meßorte darstellen.

[Beispiele]

Anhand der Figuren wird an Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

10

- Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel;
- Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel;
- Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel;
- 15 Fig. 5: ein fünftes Ausführungsbeispiel;
 - Fig. 6: ein sechstes Ausführungsbeispiel;
 - Fig. 7: eine Draufsicht auf eine Meßanordnung und Lagerung für die Meßwelle, wie sie bei den Ausführungsformen der Fig. 1,

3 und 5 zum Einsatz kommen kann;

- Fig. 8: eine perspektivische Darstellung der Meßanordnung der Fig. 7 von vorne oben gesehen;
- Fig. 9: eine perspektivische Darstellung der Meßanordnung der Fig. 7 und 8 seitlich von
 oben gesehen; und
 - Fig. 10: ein siebtes Ausführungsbeispiel.
- 30 In den Figuren ist in schematischer Darstellung ein Rotor 1 dargestellt, welcher zur Unwuchtmessung an einer Meßwelle 2

(Fig. 5 und 6).

in bekannter Weise durch nicht näher dargestellte Spannmittel befestigt ist. Die Meßwelle 2 ist drehbar an einem ortsfesten Rahmen 6 gelagert. Es kann sich hier um den Maschinenrahmen einer Radauswuchtmaschine handeln. Die Lagerung erfolgt mit 5 Hilfe einer im einzelnen noch zu beschreibenden Lagerung 3, welche auch Kraftmeßgeber 4, 5 aufweist. Die Lagerung 3 kann ein rohrförmiges Drehlager 26 aufweisen, in welchem die Meßwelle 2 drehbar gelagert ist. Das Drehlager 26, welches die Meßwelle 2 aufnimmt, ist in einer ersten Lagerebene 8 an einem Zwischenrahmen 7 über den Kraftmeßgeber 4 starr gelagert. Ferner wird durch Stützhebel 13, 14, die ein Stützhebelpaar bilden und im Winkel zueinander verlaufen, eine virtuelle Stützstelle 24 in einer weiteren Lagerebene 9 geschaffen. Die Stützstelle 24 wirkt wie eine Schwenkachse, welche senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 und senkrecht zur Krafteinleitungsrichtung der aus der Unwuchtmessung resultierenden Reaktionskräfte in den Kraftmeßgeber 4 verläuft. An ihren Enden sind die Stützhebel 13 und 14 gelenkig (Gelenke 19 und 22) mit dem Zwischenrahmen 7 und gelenkig (Gelenke 20, 21) mit dem Drehlager 26 für die Meßwelle 2 20 verbunden. Die Gelenkachsen der Gelenke 19 bis 22 verlaufen parallel zur Schwenkachse, welche in der virtuellen Lagerstelle 24 gebildet ist. Die virtuelle Lagerstelle 24 kann sich zwischen dem Rotor 1 und der Lagerebene 8, in welcher die Kraftmeßgeber 4 und 5 liegen, befinden (Fig. 1 und 2). Die virtuelle Lagerstelle 24 kann sich jedoch auch im Bereich des Rotors, insbesondere zwischen Ausgleichsebenen 27 und 28 befinden, in welchen der Unwuchtausgleich, beispielsweise durch Anbringen von Ausgleichsgewichten durchgeführt wird 30

Der Zwischenrahmen 7 ist über den Kraftmeßgeber 5 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt. Der Kraftmeßgeber 5 kann in der senkrecht zur Meßwelle 2 liegenden Lagerebene 8 angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, den Kraftmeßgeber 5 in axialer Richtung der Meßwelle 2 versetzt in einer anderen Lagerebene anzuordnen. Ferner ist der Zwischenrahmen 7 über ein Stützhebelpaar (Stützhebel 11 und 12) am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt. An den Enden sind die Stützhebel 11, 12 mit dem ortsfesten Rahmen 6 gelenkig (Gelenke 15, 16) verbunden und gelenkig (Gelenke 17, 18 bei den Figuren 1, 3, 5, 10 und 7 bis 9 sowie Gelenke 19, 22 bei den Figuren 2, 4 und 6) mit dem Zwischenrahmen 7 verbunden. Der Zwischenrahmen 7 ist als starrer Lagerblock oder starrer und biegesteifer Lagerrahmen ausgebildet.

15

25

30

10

Bei den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 sowie 5 bis 9 verlaufen die Stützhebel 11 und 12 im wesentlichen parallel zueinander und parallel zur Achse 23 der Meßwelle 2. Die Stützhebel 11 und 12 bilden somit eine Parallellenkerführung zur im wesentlichen senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 gerichteten Krafteinleitung der beim Unwuchtmeßlauf sich ergebenden Reaktionskräfte in den Kraftmeßgeber 5.

Bei den Ausführungsformen der Figuren 3, 4 und 10 sind die beiden Stützhebel 11 und 12 in einem spitzen Winkel zueinander angeordnet, dessen Scheitel in der Achse 23 der Meßwelle 2 oder in der Nähe der Achse 23 liegt. Dieser Scheitel bildet eine weitere virtuelle Lagerstelle 25 in einer senkrecht zur Meßwelle 2 sich erstreckenden Lagerebene 10, welche an der Außenseite des Rotors 1 liegt.

In der Ausführungsform der Figur 10 liegt die virtuelle Lagerstelle 25 und die Lagerebene 10 in einer strichpunktiert gezeichneten Verlängerung der Meßwelle 2, welche bezüglich der Lagerung 3 der Meßwelle 2 entgegensetzt zur Längsausdehnung der Meßwelle 2 verläuft. Die Lagerstelle 25 und die dazugehörige Lagerebene 10 liegen bezüglich der Lagerung 3 auf der zum Rotor 1 entgegengesetzt liegenden Seite.

Auch die virtuelle Lagerstelle 25 hat die Eigenschaft einer Schwenkachse, die senkrecht auf der Achse 23 der Meßwelle 2 und senkrecht auf die Einleitungsrichtung der Krafteinleitung in die Kraftmeßgeber 4 und 5 liegt. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen erfolgt diese Krafteinleitung in der Lagerebene 8. Zur Bildung der Schwenkachseneigenschaft in der jeweiligen virtuellen Lagerstelle 24, 25 verlaufen die Gelenkachsen der Gelenke 15 bis 22 parallel zueinander und senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 sowie zur Krafteinleitungsrichtung der Reaktionskräfte in die Kraftmeßgeber 4 und 5 in der Lagerebene 8.

20

30

Bei den Ausführungsformen der Figuren 3 und 4 werden zu beiden Seiten des Rotors 2, nämlich an der Innenseite und der Außenseite des Rotors Lagerebenen 9 und 10 mit den virtuellen Lagerstellen 24 und 25 geschaffen. Die virtuellen Lagerstellen 24 und 25 haben die Eigenschaften virtueller Meßorte. Der inneren Lagerstelle 24 zugeordnete Kräfte L werden vom Kraftmeßgeber 5 und der Lagerstelle 25 zugeordnete Kräfte R werden in den Kraftmeßgeber 4 eingeleitet. Die Kraftmeßgeber erzeugen entsprechende Meßgebersignale L' und R'. Daß in den virtuellen Lagerstellen 24 und 25 auch virtuelle Meßorte geschaffen sind, ergibt sich daraus, daß dann, wenn eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft in der linken

يازيرك

WO 00/14503

Lagerebene 9 angreift, ein der Größe dieser Fliehkraft proportionales Meßsignal L' vom Kraftmeßgeber 5 abgegeben wird, während der Kraftmeßgeber 4 kein Signal abgibt. Wenn in der rechten äußeren Lagerebene 10 eine aus der Rotorunwucht 5 resultierende Fliehkraft R angreift, gibt nur der Kraftmeßgeber 4 ein proportionales Meßsignal R' ab, während der Kraftmeßgeber 5 kein Signal erzeugt. Hieraus ergibt sich eine fliegende Lagerung, bei welcher die Ausgleichsebenen 27 und 28 am Rotor 1 zwischen den virtuellen Meßorten bzw. virtuel-10 len Meßebenen, welche mit den Lagerebenen 9 und 10 übereinstimmen, sich befinden, wie es in den Fig. 3 und 4 dargestellt ist. Bei einem aus der Rotorunwucht resultierenden Krafteingriff zwischen den Lagerebenen 9 und 10 werden die in diesen Ebenen (virtuelle Meßebene) wirksamen Lagerkräfte 15 entsprechend den Lagerabständen von der Eingriffsstelle aufgeteilt und entsprechende Meßgebersignale von den Kraftmeßgebern 4 und 5 abgegeben.

Bei der in der Figur 10 dargestellten Ausführungsform befin20 det sich die eine virtuelle Lagerstelle 24, an welcher eine
aus der Rotorumwucht resultierende Fliehkraft L wirksam
werden kann, in der Lagerebene 9 zwischen den beiden Ausgleichsebenen 27, 28, bevorzugt etwa in der Mitte zwischen
den beiden Ausgleichseben 27, 28. Die andere virtuelle Lager25 stelle 25 befindet sich bezüglich der Lagerung 3 der Meßwelle
2 auf der anderen Seite in der Verlängerung der Meßwelle.
Hier wirkt eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft
R. Wie oben schon erläutert, liefern die Meßgeber 4 und 5 den
Fliehkräften R und L proportionale Meßsignale R' und L'.

30

Bei den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 sowie 5 bis 9 befindet sich die äußere virtuelle Lagerstelle im Unendlichen

oder in einer relativ großen Entfernung von einigen Metern, z.B. zwischen etwa 3 bis 20 m und mehr, da durch die Stützhebel 11 und 12 im wesentlichen eine Parallelführung des Zwischenrahmens 7 bewirkt wird. Wird bei diesen Ausführungsfor-5 men in der Lagerebene 9 (virtuelle Meßebene) an der virtuellen Lagerstelle (virtueller Meßort) eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft (L in den Fig. 1 und 2 und S in den Fig. 5 und 6) eingeleitet, wird diese Kraft nur vom Kraftmeßgeber 5 erfaßt und von diesem ein proportionales Signal \mathbf{L}' bzw. S' abgegeben. Der Kraftmeßgeber 4 gibt kein Signal ab. 10 Unabhängig vom Abstand der eingeleiteten Fliehkraft wird der Kraftmeßgeber 5 aufgrund der Parallelführung des Zwischenrahmens 7 ein nur der Fliehkraftgröße proportionales Signal abgeben. Der Kraftmeßgeber 4 wird hingegen ein Meßsignal ${\tt M'}$ abgeben, welches nicht nur der Fliehkraftgröße und damit der Unwuchtgröße proportional ist, sondern auch dem Abstand der Krafteinleitungsstelle von der Lagerebene 9 bzw. der virtuellen Lagerstelle 24.

Bei den Ausführungsformen der Figuren 1, 3, 5 und 10 sowie der Fig. 7 bis 9 erfolgt die Abstützung des Zwischenrahmens 7 am ortsfesten Rahmen 6 mit Hilfe des aus den Stützhebeln 11 und 12 gebildeten Stützhebelpaares und die Abstützung des rohrförmigen Drehlagers 26 der Meßwelle 2 mit Hilfe des aus 25 den Stützhebeln 13 und 14 gebildeten Stützhebelpaares in axialer Richtung der Meßwelle 2 gesehen hintereinander. Die Stützhebelpaare der Ausführungsformen der Figuren 3 und 4 haben die gleiche Neigungsrichtung. Bei dem Ausführungsbeispiel 11, 12 ist die Neigungsrichtung entgegengesetzt zu der Neigungsrichtung des Stützhebelpaares 13, 14. Bei den Ausführungsformen der Figuren 2, 4 und 6 erfolgt die Abstützung des Stützrahmens 7 am ortsfesten Rahmen 6 und des Drehlagers 26

der Meßwelle 2 am Zwischenrahmen 7 mit den jeweiligen Stützhebelpaaren 11, 12 und 13, 14 nebeneinander bzw. übereinander. Dabei können die Gelenke 17, 19 und 18, 22 in den gemeinsamen Gelenken 19 und 22 am Zwischenrahmen 7 zusammenfallen, wie es in den Fig. 2, 4 und 6 dargestellt ist.

Die Stützhebel 11 bis 14 können von Flachteilen gebildet werden, die starr und biegesteif ausgebildet sind. Die Flachteile können aus einem Stück gebildet sein, wobei die Gelenke 10 durch linienförmige Schwachstellen, z.B. in Form von Einschnürungen gebildet sind. Wie aus den Fig. 7 bis 9 zu ersehen ist, kann aus dem Stück, welches die Flachteile für die Stützhebel 11 bis 14 bildet, auch eine Halteplatte 33 gebildet sein, welche Bestandteil der Halteeinrichtung 29 ist. Die 15 Halteplatte 33 ist fest mit dem rohrförmigen Drehlager 26, beispielsweise durch Schweißen verbunden. Zusätzlich kann als Bestandteil der Halteeinrichtung 29 noch ein Stützwinkel 34 vorgesehen sein, der ebenfalls durch beispielsweise Schweißen fest mit der Halteplatte 3 und dem Drehlager 26 verbunden 20 ist. In den Figuren ist der obere Stützwinkel 34 dargestellt. Es kann zusätzlich auch ein unterer Stützwinkel noch vorgesehen sein. Der obere und untere Stützwinkel können auch aus einem Winkelstück bestehen, bei dem das Drehlager 26 durch eine Öffnung in dem Winkelstück geführt und fest, z.B. durch 25 Schweißen mit dem Winkelstück verbunden ist. Hierdurch wird eine starre und biegesteife Verbindung der Halteeinrichtung 29 mit dem Drehlager 26 zwischen den beiden Gelenken 20 und 21 geschaffen. Die Gelenke 20 und 21 befinden sich zwischen den beiden Stützhebeln 13 und 14 und der Halteplatte 33.

30

Aus dem einen Stück, aus dem die Flachteile für die Stützhebel 11 bis 14 gebildet sind, können ferner Befestigungsplatten 37, 38 und 40, 41 gebildet sein. Die Befestigungsplatten 37, 38 sind fest, beispielsweise durch Schraubverbindungen oder anderweitig mit dem ortsfesten Rahmen 6 verbunden. Die Befestigungsplatten 37 und 38 bilden die Befestigungsstellen für das aus den Stützhebeln 11 und 12 gebildeten Stützhebelarm, mit welchem der Zwischenrahmen 7 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt ist. Zwischen den Befestigungsplatten 37 und 38 und den Flachteilen, welche die Stützhebel 11 und 12 bilden, sind die durch die linienförmigen Schwachstellen bzw. Einschnürungen gebildeten Gelenke 15 und 16 vorgesehen. Die Schwachstellen haben einen konkaven, insbesondere halbkreisförmigen Querschnitt.

Ferner sind aus dem einen Stück die beiden Befestigungsplatten 40 und 41 gebildet, welche fest, beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißen oder dergleichen, mit Seitenflächen des Zwischenrahmens 7 verbunden sind. Zwischen den beiden Befestigungsplatten 40 und 41 und den Stützhebeln 11 und 12 sind durch die Schwachstellen bzw. Einschnürungen die 20 Gelenke 17 und 18 gebildet. Zwischen den Flachteilen, welche die Stützhebel 13 und 14 bilden, sind durch Schwachstellen bzw. Einschnürungen die Gelenke 19 und 22 gebildet.

Auf diese Weise läßt sich aus einem Stück praktisch die 25 gesamte Lagerung 3, mit welcher die Meßwelle 2 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt ist und welche die virtuellen Lagerstellen und Meßorte vorgibt, bilden.

Die parallel Führung des Zwischenrahmens 7 am ortsfesten

Rahmen ergibt sich im wesentlichen dadurch, daß die Grundlinien der konkaven Einschnürungen 15, 17 und 16, 18 zu beiden
Seiten der Stützhebel 11 und 12 etwa in parallelen Ebenen 35

und 36 liegen, in denen die Führungsfunktion der beiden Stützhebel 11 und 12 erreicht wird. Die jeweiligen Einschnürungen 15, 17 und 16, 18 befinden sich an gegenüberliegenden Flächen der die Flachteile bildenden Stützhebel 11 und 12. Die Stützhebel 11 und 12 sind in einem äußerst spitzen Winkel zueinander geneigt, wobei jedoch, wie schon erläutert die Parallellenkerführung durch Führungsfunktion in den parallelen Ebenen 35 und 36 erzielt wird. Hierdurch können den Figuren 1 und 5 entsprechende Meßanordnungen erreicht werden. Um eine der Figur 3 entsprechende Meßanordung zu erreichen, können die Stützhebel 11 und 12 in einem entsprechend größeren Winkel zueinander geneigt werden.

Um das in der Figur 10 dargstellte Ausführungsbeispiel zu verwirklichen, sind die Stützhebel 11, 12 in den Figuren 7 bis 9 an ihren hinteren Enden aufeinander zu gerichtet. Die hinteren Einschnürungen bzw. Gelenke 15, 16 liegen näher zur Achse der Meßwelle 2 als die vorderen Einschnürungen bzw. Gelenke 17, 18.

20

Wie ferner aus der Fig. 8 ersichtlich ist, sind die beiden Kraftgeber 4, 5 in einer Wirklinie angeordnet, wobei der Kraftmeßgeber 4 zwischen dem Drehlager 6 und der Innenseite des Zwischenrahmens 7 und der Kraftmeßgeber 5 zwischen der Außenseite des Zwischenrahmens 7 bzw. der Befestigungsplatte 41 (Fig. 9) und dem ortsfesten Rahmen 6 angeordnet sind.

Für den Antrieb der Meßwelle 2 ist ein Elektromotor 30 vorgesehen, welcher über einen Riementrieb 31 die Meßwelle an-30 treibt. Der Motor 30 ist am Drehlager 26 über einen Auslegerarm 32 gelagert. Durch diese Lagerung wird das Meßergebnis aus vom Motorantrieb resultierenden Störungen nicht beeinflußt.

In axialer Richtung gesehen, wird eine kompakte Lagerung 3 für die Meßwelle 2 am ortsfesten Rahmen 6 geschaffen. Hieraus ergeben sich im Zusammenhang mit der reduzierten Kräftedynamik insbesondere bei fliegender Lagerung der Meßwelle 2 eine Verringerung des Einflusses von Empfindlichkeitsänderungen der Kraftaufnehmer, beispielsweise in Folge unterschiedlicher Einwirkungen von Temperatur, Alterung, Schlag, Überlastung, Transporterschütterungen und Feuchtigkeit, eine verringerte Notwendigkeit für den Austausch der Kraftmeßgeber, von Nachjustagen der Meßanordnung nach Transport und Aufstellung der Maschine, verringerte Servicekosten, verbesserte Meßgenauigkeit, verringerte Anforderungen an die Auflösung der AD-Wandler bei der Digitalisierung der analogen Meßsignale und ein großer virtueller Abstand der Meßebenen trotz der kompakten Bauweise. Trotz liegender Lagerung der Meßwelle erreicht man eine reduzierte Kräftedynamik ähnlich der einer Meßanordnung mit zwei Lagerstellen zu beiden Seiten des Rotors.

[Bezugszeichenliste] 1 Rotor 2 Meßwelle 3 Lagerung Kraftmeßgeber 5 4 5 Kraftmeßgeber ortsfester Rahmen 6 7 Zwischenrahmen 8 Lagerebene 10 9 Lagerebene 10 Lagerebene 11 Stützhebel 12 Stützhebel 13 Stützhebel 15 14 Stützhebel 15 Gelenk 16 Gelenk 17 Gelenk 18 Gelenk 20 19 Gelenk 20 Gelenk 21 Gelenk 22 Gelenk Meßwellenachse 23 25 24 virtuelle Lagerstelle 25 virtuelle Lagerstelle 26 Drehlager 27 Ausgleichsebene Ausgleichsebene 28 30 29 Halteeinrichtung 30 Elektromotor 31 Riementrieb

	32	Auslegerarm
	33	Halteplatte
	34	Stützwinkel
	35	parallele Ebene
5.	36	parallele Ebene
	37	Befestigungsplatte
	38	Befestigungsplatte
	40	Befestigungsplatte
	41	Befestigungsplatte

. محورة

10

[Patentansprüche]

- Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden, mit
 - einer in einem Drehlager (26) drehbar um ihre Achse (23) gelagerten Meßwelle (2), an welcher der Rotor (1) für die Messung befestigt ist, und
 - einer Kraftmeßgeber (4, 5) aufweisenden Lagerung (3) der Meßwelle (2) an einem ortsfesten Rahmen (6), wobei
 - die Lagerung (3) einen Zwischenrahmen (7) aufweist, an welchem die Meßwelle (2) in einer einen Kraftmeßgeber (4) aufweisenden Lagerebene abgestützt ist,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) über einen weiteren Kraftmeßgeber (5) abgestützt ist und
- die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) und der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) ferner in jeweils einer von Stützhebeln (11, 12, 13, 14) gebildeten virtuellen Lagerstelle (24, 25) abgestützt sind.
 - Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 die Kraftmeßgeber (4,5) in Lagerebenen im Bereich des starren Zwischenrahmens (7) angeordnet sind.
 - 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßgeber (4, 5) in einer gemeinsamen Lagerebene (8) liegen.
 - 25 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) und die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) in der Weise gelagert sind, daß die in die Kraftmeßgeber (4, 5) eingeleiteten Kräfte in einer Ebene liegen und parallel, insbesondere koaxial, zueinander ausgerichtet sind.

. . 5

- 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25) außerhalb der Ausgleichsebenen (27, 28) liegen.
- 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25) in ihren Schnittpunkten mit der Meßwelle (2) virtuelle Meßorte bilden.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25)
 linienförmig ausgebildet sind und senkrecht zur Meßwellenachse (23) verlaufen.
- 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) in einer zweiten Lagerebene (9), welche die von den Stützhebeln (13, 14) gebildete virtuelle Lagerstelle (24) aufweist, abgestützt ist und der Zwischenrahmen (7) in der den Kraftmeßgeber (5) aufweisenden Lagerebene (8) und mit Parallelführung am ortsfesten Rahmen (6) abgestützt ist.
- 20 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerung (3) nur eine virtuelle Lagerstelle (24) aufweist.
- 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eine virtuelle Lagerstelle (24)
 zwischen den Ausgleichsebenen (27, 28) liegt.
 - 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eine virtuelle Lagerstelle (24) zwischen dem Rotor (1) und dem ortsfesten Rahmen (6) liegt.

{ ...

- 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwei virtuelle Lagerstellen (24, 25) beidseits des Rotors (1) vorgesehen sind.
- 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine virtuelle Lagerstelle (24) etwa in der Mitte zwischen den beiden Ausgleichsebenen (27, 28) legt.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem ersten Stützhebelpaar
 (11, 12) gebildete virtuelle Lagerstelle (25) in einer Verlängerung der Meßwelle (2) liegt, welche bezüglich der Lagerung (3) der Meßwelle (2) entgegengesetzt zur Längsrichtung der Meßwelle (2) verläuft.
- 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch

 gekennzeichnet, daß die Lagerstellen (24, 25) in Schnittpunkten der Verlängerungen der Stützhebel (11, 12 bzw.

 13, 14) des jeweiligen Stützhebelpaares liegt.
- 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenrahmen (7) über ein er20 stes Stützhebelpaar (11, 12) und Gelenke (15-18) am ortsfesten Rahmen (6) und die Meßwelle (2) über ein zweites
 Stützhebelpaar (13, 14) und Gelenke (19-22) am Zwischenrahmen (7) abgestützt sind und daß die Achsen der jeweiligen Gelenke (15-22) im wesentlichen senkrecht zu der
 25 Richtung verlaufen, in welcher die in die Kraftmeßgeber
 (4, 5) eingeleiteten Kräfte wirksam sind und senkrecht
 zur Achse (23) der Meßwelle (2) liegen.

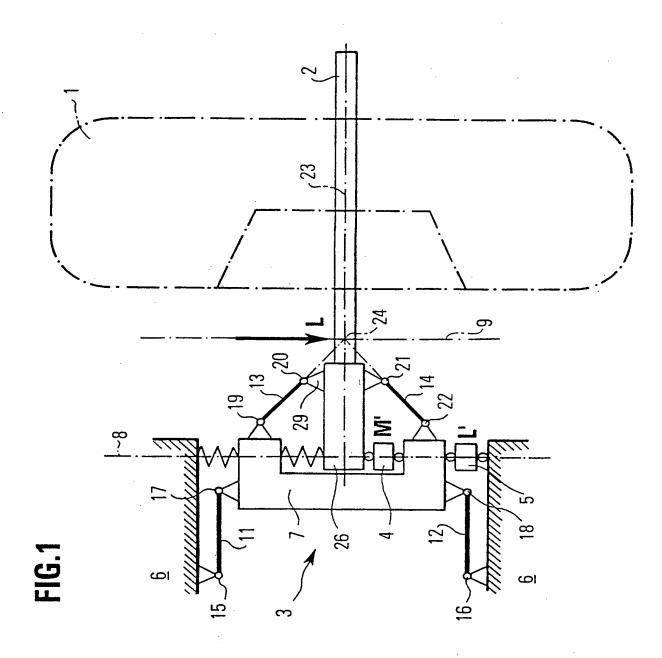
- 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11, 12) des ersten Stützhebelpaares parallel oder in einem Winkel, dessen Scheitel im wesentlichen in der Achse (23) der Meßwelle (2) liegt, angeordnet sind.
- 18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11-14) durch biegesteife Flachteile gebildet sind, die zwischen den zugeordneten Gelenken (15-22) angeordnet sind.
- 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die die Stützhebel (11-14) bildenden Flachteile mit ihren Flächen in der gleichen Ebene liegen wie die Achsen der zugeordneten Gelenke (15-22).
- 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11 bis 14) und die Gelenke (15 bis 22) aus einem Stück gebildet sind, wobei die Gelenke (15 bis 22) als linear verlaufende Schwachstellen ausgebildet sind.
- 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch
 gekennzeichnet, daß wenigstens eine der beiden virtuellen
 Lagerstellen (24, 25) gegenüber der Achse (23) der Meßwelle (2) auf die Seite zu versetzt ist, auf welcher der
 jeweils zugeordnete Kraftmeßgeber (4, 5) liegt.
- 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch
 gekennzeichnet, daß die Abstützung der Meßwelle (2) im
 Zwischenrahmen (7) und die Abstützung des Zwischenrahmens
 (7) am ortsfesten Rahmen (6) in axialer Richtung der Meßwelle (2) gesehen hintereinander oder nebeneinander liegen.

- 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehlager (26) mit einer biegesteifen Halteeinrichtung (29) im axialen Abstand zur Lagerebene (8), in welcher die Kraftmeßgeber (5, 6) liegen, fest verbunden ist und daß die Halteeinrichtung (29) über zwei im Winkel zueinander angeordnete Stützhebel (13, 14) und die Gelenke (19 bis 22) am Zwischenrahmen (8) abgestützt ist.
- 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch

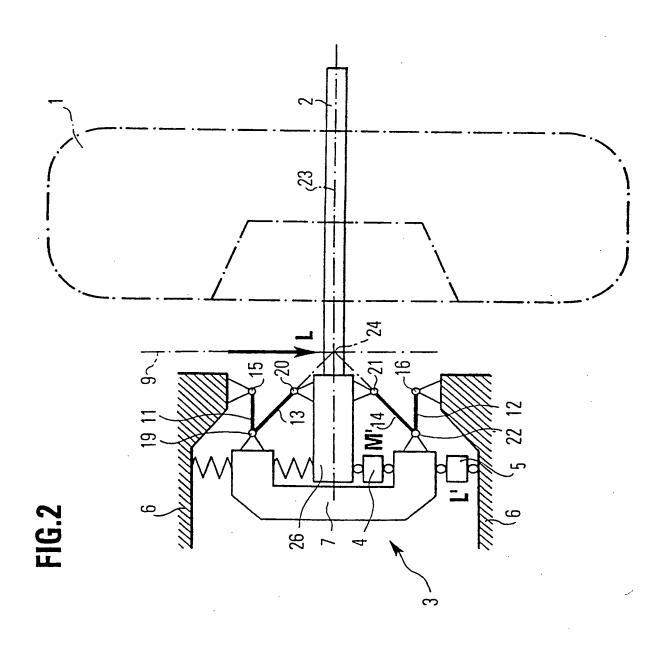
 10 gekennzeichnet, daß die Gelenke (15-22) bildenden

 Schwachstellen einen konkaven Querschnitt aufweisen
 - 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenke (15-22) bildenden Schwachstellen als Linearperforationen ausgebildet sind.

The state of the s

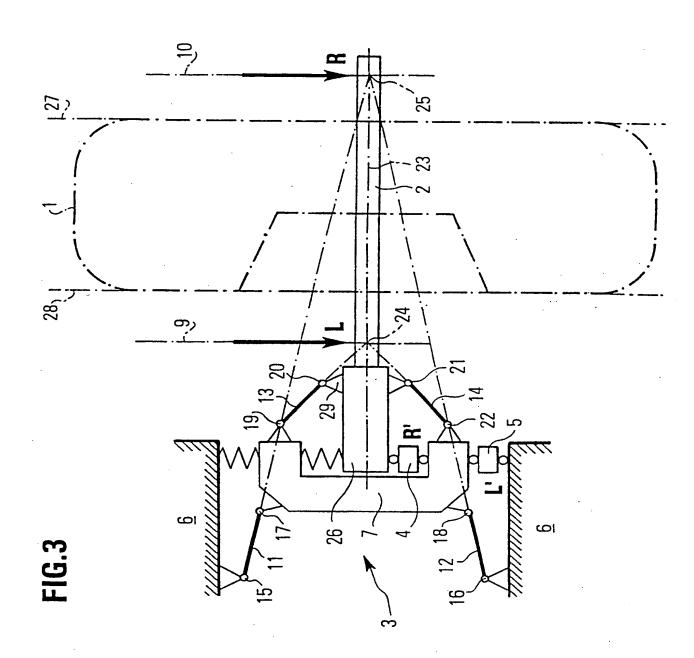


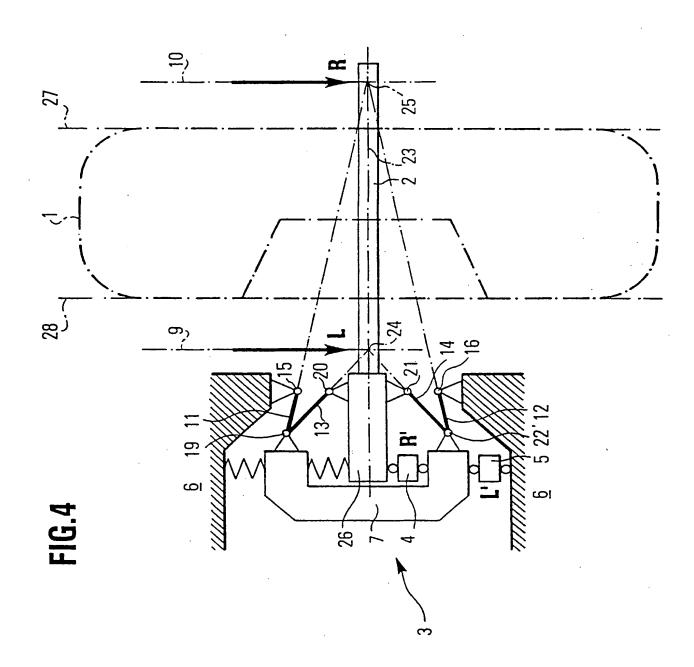
•



:

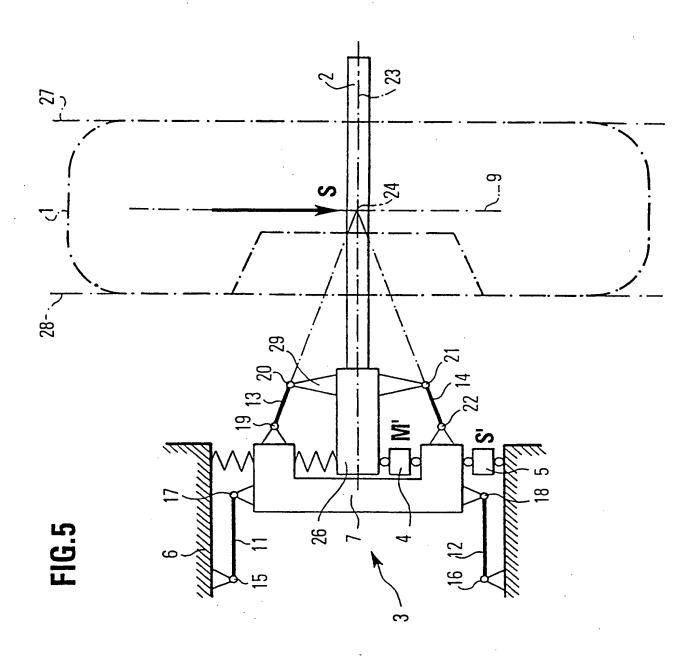
J

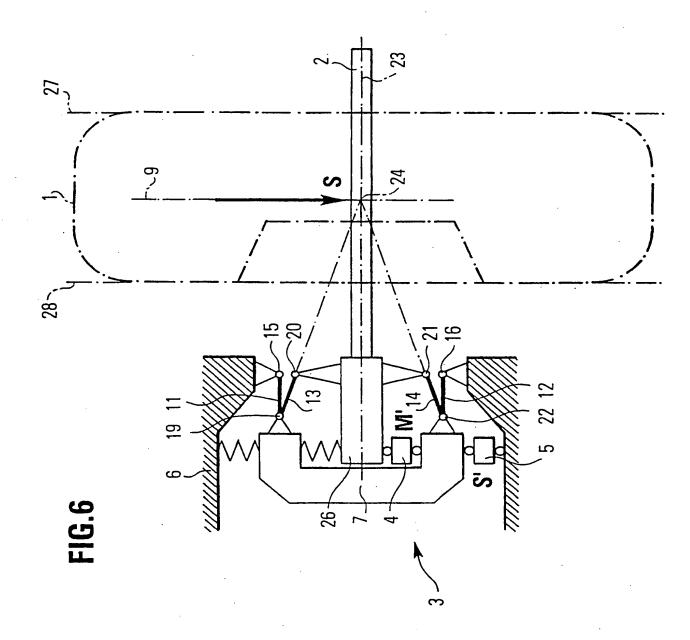




The state of the s

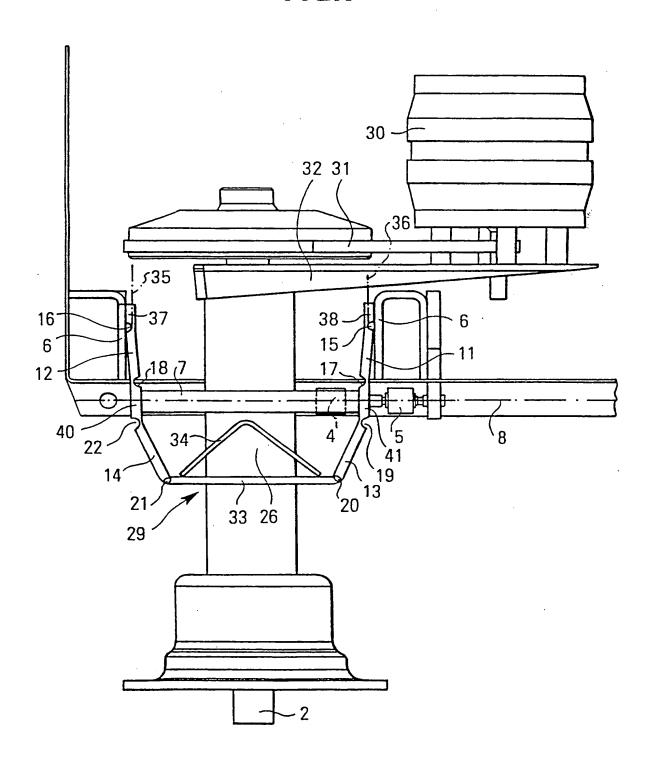
)





(2)

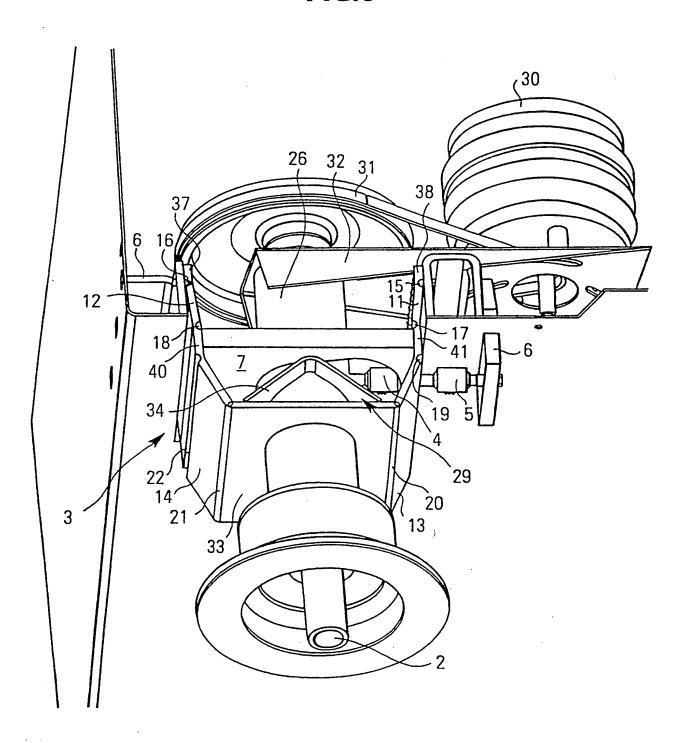
FIG.7



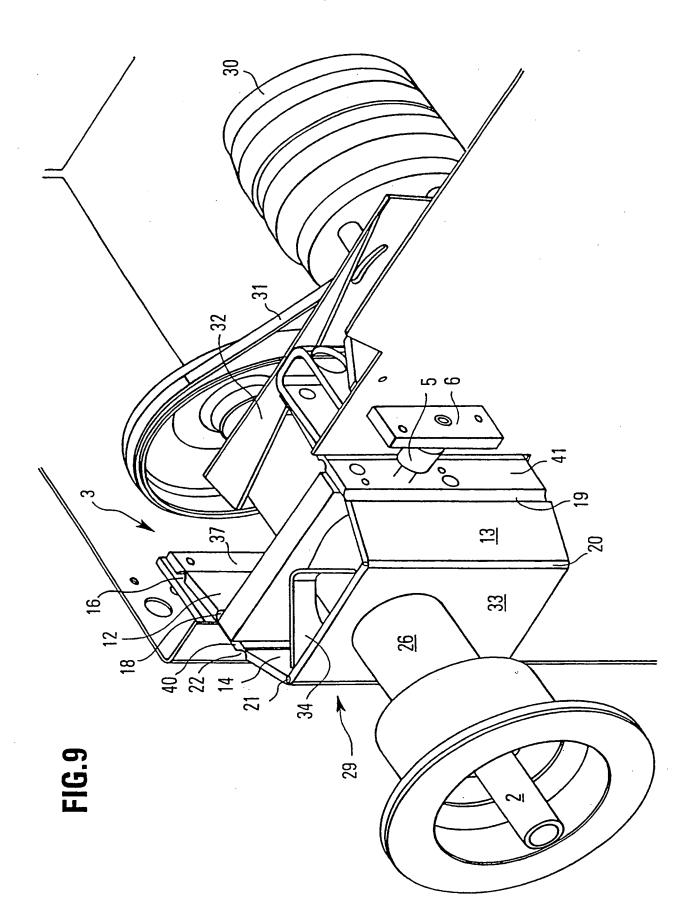
THE PLANE OF THE STATE OF THE S

.

FIG.8

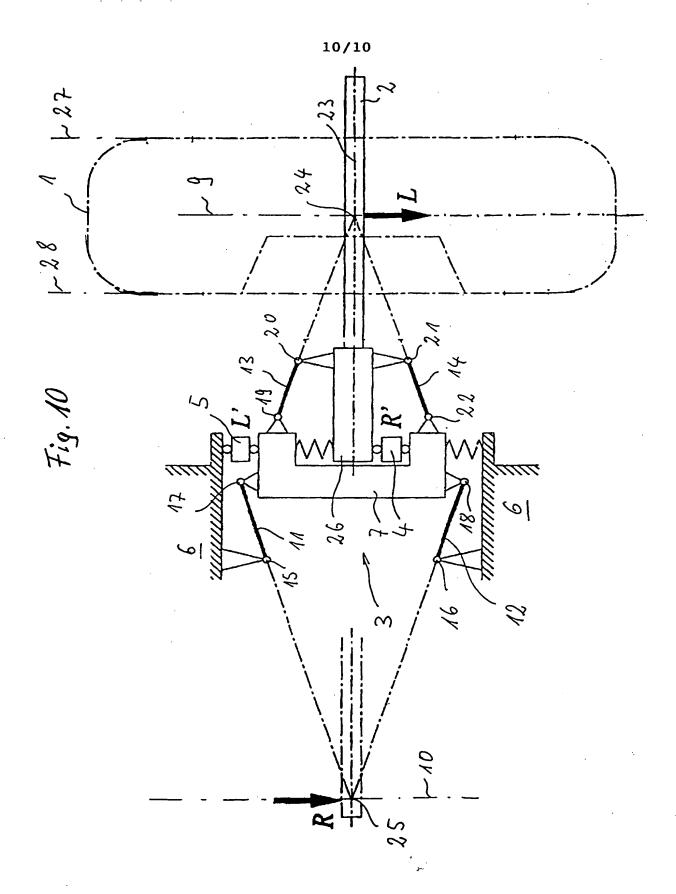


·)



)

)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No PCT/EP 99/06372

			TCI/EI 99/003/2
A CLASSI IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER G01M1/04		
A	n Imbamollopad Dobort Classiffs at a 1886	addingtion and 100	
	o international Patent Classification (IPC) or to both national clas SEARCHED	SOURCES OF STREET	
Minimum do	SEARCHED commentation searched (classification system followed by classification system followed by classif	fication symbols)	
IPC 7	G01M		
Documenta	don searched other than minimum documentation to the extent t	that such documents are inclu	ided in the fields searched
Electronic d	data base consulted during the international search (name of dat	ta base and, where practical,	search terms used)
	*		
	<u> </u>		
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	ne relevant passages	Relevant to dalm No.
A	WO 97 16882 A (UNIV CALIFORNIA 9 May 1997 (1997-05-09) page 5 -page 9)	1-25
A	WO 98 10261 A (MEANEY PAUL PAT ;FOGARTY PADRAIG (IE); CULLEN JAMES (I) 12 March 1998 (1998- claims 1-40	RICHARD	1-25
A	US 5 189 912 A (QUINLAN MICHAE 2 March 1993 (1993-03-02) claims 1-16	L M ET AL)	1
A	DE 43 29 831 A (HOFMANN WERKST 9 March 1995 (1995-03-09) claims 1-17	ATT TECHNIK)	1
		/	[·
		-/—	1
!			
X Furt	ther documents are listed in the continuation of box C.	X Paternt family r	members are listed in annex.
* Special ca	ategories of cited documents:		lahed after the international fling date
	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance	cited to understand	i not in conflict with the application but if the principle or theory underlying the
	document but published on or after the International		dar relevance; the claimed invention
"L" docume	ent which may throw doubts on priority claim(s) or	involve an inventiv	red novel or cannot be considered to e step when the document is taken alone
citation	is cited to establish the publication date of another in or other special reason (as apecified)	cannot be consider	dar relevance; the claimed invention red to involve an inventive step when the
others	ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means	ments, such combi	ined with one or more other such docu- ination being obvious to a person sidled
	ent published prior to the international filing date but han the priority date claimed	in the art. "&" document member	of the same patent family
Date of the	actual completion of the international search	Date of mailing of t	the international search report
2	O December 1999	11/01/20	000
Name and r	mailing address of the ISA	Authorized officer	
	European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo ni, Fax: (+31-70) 340-3018	Dietric	h, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intr Vonal Application No
PCT/EP 99/06372

C (Continu	DONINETTO CONTINETTO DE LA CONTINETTO DE	PCT/EP 99	9/06372
Category °	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages		Relevant to claim No.
	manufacture de la compaction de la compactin de la compaction de la compaction de la compaction de la compac		neievara to claim No.
Α .	DE 29 20 030 A (NORTRON CORP) 31 January 1980 (1980-01-31) claims 1-17		1
A	EP 0 343 265 A (SCHENCK AUTO SERVICE GERAETE) 29 November 1989 (1989-11-29) cited in the application column 5 -column 6		1
A	EP 0 133 229 A (FMC CORP) 20 February 1985 (1985-02-20) cited in the application claims 1-10		1
A	DE 33 30 880 A (COATS WHEEL BALANCER CORP) 8 March 1984 (1984-03-08) cited in the application page 4 -page 5	·	1
ļ			
·			
			·

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter onal Application No PCT/EP 99/06372 —

	tent document in search report		Publication date	1	Patent family member(s)	•	Publication date
WO	9716882	A	09-05-1997	US	5847480	A	08-12-1998
	J. 1000L	•		EP	0858691		19-08-1998
WO	9810261	Α	12-03-1998	AU	4635797		26-03-1998
				EP	0925489		30-06-1999
			······································	IE	80503	B	12-08-1998
US	5189912	Α	02-03-1993	ΙE	67342		20-03-1996
				AT	118883	Ţ	15-03-1995
				AU	625780		16-07-1992 15-03-1990
				AU De	4112289 68921271		30-03-1995
				DE	68921271		03-08-1995
				EP	0358496		14-03-1990
				ES	2070908		16-06-1996
DE	4329831	A	09-03-1995	AT	176950		15-03-1999
				ΕP	0642008		08-03-1995
				ES	2130301		01-07-1999
				JP	2652520		10-09-1997
				ĴΡ	7174657		14-07-1995
				US	5717138	A	10-02-1998
DE	2920030	A	31-01-1980	AU	534527		02-02-1984
				AU	4698279		22-11-1979
	•			BR	7903102		11-12-1979 17-08-1982
				CA GB	1129678 2025058		16-01-1980
				JP	55015392		02-02-1980
				MX	4610		29-06-1982
				ÜS	4352291		05-10-1982
EP	0343265	Α	29-11-1989	JP	2024527		26-01-1990
·				US	5014426	A	14-05-1991
EP	0133229	Α	20-02-1985	US	4494400		22-01-1985
			•	AU	565106	_	03-09-1987
				AU	3073284		31-01-1985
				CA DE	1219461 3475002		24-03-1987 08-12-1988
				JP	1939893		09-06-1995
				JP	6065976		24-08-1994
				JP	60058525		04-04-1985
				MX	160340		08-02-1990
DE	3330880	Α	08-03-1984	US	4499768	A	19-02-1985
-				AU	564038	В	30-07-1987
				AU	1797283	Α	15-03-1984
	•			BR	8304829		24-04-1984
				FR	2532753		09-03-1984
			• .	GB	2126738		28-03-1984
				IT	1167385		13-05-1987
			,	JP	1773743		14-07-1993 10-08-1992
				JP JP	4049057 59141029		13-08-1992
				Ur	3314107	Λ.	13-00-1304

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int zionalee Aktenzeichen PCT/EP 99/06372

A. KLASSIFIZ	ERUNG D	ES ANMEL	DUNGSGEG	ENSTANDES
A KLASSIFIZ IPK 7	G01M1/	'04		

Nach der Internationalen Patentidassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchlerter Mindestprütstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evil. verwendete Suchbegriffe)

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich umter Angabe der in Betracht kommenden Telle	Betr. Anapruch Nr.
A	WO 97 16882 A (UNIV CALIFORNIA) 9. Mai 1997 (1997-05-09) Seite 5 -Seite 9	1–25
A	WO 98 10261 A (MEANEY PAUL PATRICK ;FOGARTY PADRAIG (IE); CULLEN RICHARD JAMES (I) 12. März 1998 (1998–03–12) Ansprüche 1–40	1–25
A	US 5 189 912 A (QUINLAN MICHAEL M ET AL) 2. März 1993 (1993-03-02) Ansprüche 1-16	1
A	DE 43 29 831 A (HOFMANN WERKSTATT TECHNIK) 9. März 1995 (1995-03-09) Ansprüche 1-17	1

X	Welt entn	ere ehn	Veri nen	öffen	tilch	unge	n air	id de	er Fo	rtset	zung	von i	Feld	Cz	1
	4									v					

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- "A" Veröffentlichung, die den aligemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht ale besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soil oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,
- eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach
 dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondem nur zum Verständnis des der Erfindung zugnundellegenden Prinzips oder der ihr zugnundellegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderlacher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentiamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberlchts

20. Dezember 1999

11/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan

Europäieches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (431-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31-70) 340-3016 Bevolimächtigter Bediensteter

Dietrich, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int tionales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06372 —

		TOIVER 9		
	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *		
Kategorie®	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kom	nenden Telle	Betr. Anspruch Nr.	
A	DE 29 20 030 A (NORTRON CORP) 31. Januar 1980 (1980-01-31) Ansprüche 1-17		1	
A	EP 0 343 265 A (SCHENCK AUTO SERVICE GERAETE) 29. November 1989 (1989-11-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5 -Spalte 6		1	٠
A	EP 0 133 229 A (FMC CORP) 20. Februar 1985 (1985-02-20) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-10		1	÷
A	DE 33 30 880 A (COATS WHEEL BALANCER CORP) 8. März 1984 (1984-03-08) in der Anmeldung erwähnt Seite 4 -Seite 5		1	
			,	·
į				
		anagana ani ana an		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlicht. den, die zur seiben Patentfamilie gehören

Int 1 tonales Aktenzeichen PCT/EP 99/06372

lm Recherch geführtes Pati		Datum der Veröffentlichung		Altgiled(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9716	382 A	09-05-1997	US	5847480 A	08-12-1998
			EP	0858691 A	19-08-1998
WO 9810	261 A	12-03-1998	AU	4635797 A	26-03-1998
			EP	0925489 A	30-06-1999
			IE	80503 B	12-08-1998
US 51899	912 A	02-03-1993	IE	67342 B	20-03-1996
			AT	118883 T	15-03-1995
			AU	625780 B	16-07-1992
			AU	4112289 A	15-03-1990
			DE	68921271 D	30-03-1995
			DE	68921271 T	03-08-1995
		·	EP	0358496 A	14-03-1990
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ES	2070908 T	16-06-1996
DE 43298	31 A	09-03-1995	AT	176950 T	15-03-1999
			EP	0642008 A	08-03-1995
			ES	2130301 T	01-07-1999
			JP	2652520 B	10-09-1997
			JP	7174657 A	14-07-1995
			US	5717138 A	10-02-1998
DE 29200	30 A	31-01-1980	AU	534527 B	02-02-1984
•			AU	4698279 A	22-11-1979
	•		BR	7903102 A	11-12-1979
		•	CA	1129678 A	17-08-1982
			GB	2025058 A,B	16-01-1980
			JP	55015392 A	02-02-1980
			MX US	4610 E 4352291 A	29-06-1982 05-10-1982
EP 03432	<i>F</i>	20 11 1000			
EI 03432	65 A	2 9- 11-1989	JP US	2024527 A 5014426 A	26-01-1990 14-05-1991
					14-05-1991
EP 01332	29 A	20-02-1985	US	4494400 A	22-01-1985
			AU	565106 B	03-09-1987
			AU	3073284 A	31-01-1985
			CA	1219461 A	24-03-1987
			DE	3475002 A	08-12-1988
			JP JP	1939893 C	09-06-1995
			JP	6065976 B 60058525 A	24-08-1994 04-04-1985
			MX	160340 A	08-02-1990
DE 33308	80 A	08-03-1984	IIC.	4400760 4	
DE 33300	OU A	00-03-1904	US	4499768 A 564038 B	19-02-1985
			UA Au	1797283 A	30-07-1987 15-03-1984
			BR	1797263 A 8304829 A	24-04-1984
			FR	2532753 A	09-03-1984
			GB	2126738 A,B	28-03-1984
		•	IT	1167385 B	13-05-1987
			ĴP	1773743 C	14-07-1993
			JP	4049057 B	10-08-1992

Section (Control of the Control of t

. 1,